

Mikko Vasama

Ulkoisten teholähteiden hyötysuhde- ja energia- tehokkuusmittaukset ja mittausten sähköturvalli- suuden riskianalyysi

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikka

Insinöörityö

14.05.2018

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Mikko Vasama Ulkoisten teholähteiden hyötysuhde- ja energiatehokkuusmittaukset ja mittausten sähköturvallisuuden riskianalyysi 29 sivua + 5 liitettä 14.05.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Sähkötekniikka
Ammatillinen pääaine	Elektroniikka
Ohjaajat	Team Leader Jari Karlsson Yliopettaja Matti Fischer
<p>Insinööritöön tarkoituksena oli suorittaa Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) toimeksiannosta yhdeksälle eri ulkoiselle teholähteelle ekotestaus, eli hyötysuhde- ja energiatehokkuusmittaukset ja niistä saadun mittausdatan avulla tarkastella, kuinka hyvin eri valmistajat ovat ottaneet EU:n komission asetuksen 278/2009 vaatimukset huomioon. EU:n komission asetus 278/2009 antaa määritelmät ja raja-arvot ulkoisten teholähteiden hyötysuhteelle ja energiatehokkuudelle. Kyseisen mittauksen suorittamiselle laadittiin myös mittaushje sekä mittaushyökkennän ja mittauksen suorittamiseen liittyvä riskianalyysi, jossa arvioitiin mahdollisia riskejä ja vaaroja, joita niiden aikana voisi sattua.</p> <p>Työn alussa käydään läpi mittauksissa käytetyn asetuksen ja siihen liittyvien standardien vaatimuksia ja suosituksia läpi. Tämän jälkeen esitellään käytetty mittaushmenetelmä ja sen suoritukseen käytetyt mittalaitteet. Lopuksi käydään saadut mittaushtulokset läpi.</p> <p>Työn tuloksena saatiin arvokasta mittaushdataa siitä, kuinka eri valmistajat ovat ottaneet EU:n komission asetuksen 278/2009 määritelmät ja vaatimukset huomioon sekä valmis mittaushje jonka avulla pystytään tekemään mittaukset uudestaan tulevaisuudessa. Kaikki testauksessa mukana olleet laitteet läpäisivät testauksen ja ovat näin ollen asetuksen määrittämien vaatimustenmukaisia.</p>	
Avainsanat	ErP, hyötysuhde, energiatehokkuus, ekologisuus,

Author Title Number of Pages Date	Mikko Vasama Measurement of the Average and Energy Efficiency of External Power Supplies and the Risk Analysis of the Measurement 29 pages + 5 appendices 14 May 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical Engineering
Professional Major	Electronics
Instructors	Jari Karlsson, Team Leader Matti Fischer, Principal Lecturer
<p>The purpose of this Bachelor's study was to perform average efficiency and energy efficiency measurements (eco measurements) for nine different external power supplies. After performing the measurements, the outcome of how well the manufacturers have taken account of the requirements of the European Union Commission regulation 278/2009 will be examined. The commission regulation 278/2009 gives the definitions and limits for the average efficiency and energy efficiency of external power supplies. Measurement instructions were also prepared for this measurement. Also a risk analysis of the measurement was made.</p> <p>In the beginning of this work, the requirements and recommendations of the EU regulation 278/2009 and the related standards used in these measurements are reviewed. Measurement method and the measuring equipment used are also presented. Finally, the results of these measurements are reviewed.</p> <p>As a result of these measurements, valuable measurement data was obtained on how different manufacturers have taken into account the definitions and the requirements of the EU Commissions regulation 278/2009. Also measurement instructions were made to ease future measurements. All the tested devices passed the tests and therefore are compliant with the requirements of the regulation.</p>	
Keywords	ErP, efficiency, energy efficiency, ecology

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Vaatimukset ja testausmenetelmät	2
2.1	Komission asetus N:o 278/2009 ja direktiivi 2005/32/EY	2
2.2	Ulkoisten AC-DC ja AC-AC teholähteiden kuormittamattoman tilan ja aktiivitalan keskimääräisen hyötysuhteen määrittäminen -standardi	8
2.3	Elektronisten kotikäyttö- ja toimistolaitteiden alhaisen tehonkulutuksen mittaaminen -standardi	13
3	Mittausten teko	17
3.1	Testaus	17
3.2	Testattavat laitteet	18
3.3	Käytettävät mittalaitteet	18
3.4	Mittausmenetelmä	20
4	Testaustulokset	23
4.1	Mittaustulokset	23
4.2	Yhteenveto	25
5	Mittausepävarmuus	25
5.1	Laskelmat	25
5.2	Tulokset	26
6	Riskianalyysi	27
7	Yhteenveto	27
	Lähteet	29

Liitteet

Liite 1: Annex A, testiraporttipohja

Liite 2: Mittauspöytäkirjapohja

Liite 3: Malliraporttipohja

Liite 4: Mittausepävarmuuslaskelma Excel

Liite 5: Riskianalyysi

Lyhenteet

Eko	Ympäristöystävällisyys.
EU	Euroopan unioni.
EUT	Equipment under test. Testattava laite.
EuP	Energy using product.
ErP	Energy related product.
MCR	Maximum Current Ratio.
CF	Crest factor, eli Muotokerroin.
PF	Power factor, eli Tehokerroin.
P _o	Arvokilven mukainen antoteho.
THD	Total harmonic distortion. Harmoninen kokonaissärö.
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto.

1 Johdanto

Insinööriyön tarkoituksena on tehdä yhdeksälle eri ulkoiselle teholähteelle viranomais-testauksena ekotestaus, jolla kartoitettaisiin tämänhetkistä tilannetta siitä, kuinka elektroniikkavalmistajat ovat ottaneet ekologisuuteen ja virransäästöön liittyvät asetukset ja standardit käyttöönsä. Mittausten ohessa tehdään myös riskienarviointi kyseiselle mittaukselle sekä ohjeet mittauksen suorittamista varten. Suoritetut mittaukset ja riskianalyysi tehdään SGS Fimko -nimisen yrityksen alaisuudessa.

EuP-direktiivi (2005/32/EC) eli elektronisten tuotteiden ekologisen suunnittelun puitedirektiivi, tuli käyttöön vuonna 2005 ja vuonna 2009 se korvattiin ErP-direktiivillä (2009/125/EC). Osana Kioton ilmastopöytäkirjasta sähkönkulutuksesta johtuvia CO²-päästöjä pyritään vähentämään kolmannes vuoteen 2020 mennessä. Näitä vähennyksiä varten EU:n komissio antoi 6.4.2009 asetuksen 278/2009, jonka avulla pyritään vaikuttamaan kuluttajalähtöisten elektroniikkalaitteiden sähkönkulutukseen ja sitä kautta niistä johtuviin ympäristöpäästöihin. Tämän asetuksen käyttöönoton helpottamiseksi ja selventämiseksi on myös tehty standardit EN 50563:2011 ja EN 50564:2011, jotka määrittelevät käytettäviä mittauksia ja mittauksiin käytettävien mittalaitteiden vaatimuksia. Viranomaisten toimesta suoritettavien ekomittausten tavoitteena on kitkeä kuormittamattomana paljon sähköä kuluttavat laitteet pois markkinoilta. Nämä vaatimukset ovat pakollisia kaikille suurille valmistajille, jotka haluavat myydä tuotteitansa EU:n alueella. Asetuksen tarkoitus on myös helpottaa ekologisuuteen liittyvien vaatimusten toteuttamista ja seurantaa kansainvälisellä tasolla, sillä ne ovat jokaiselle EU-maalle samat, joten erillisiä kansallisia vaatimuksia tai poikkeuksia ei tällöin tarvita. [1; 2.]

Ekosuunnitteluvaatimukset ovat tulleet vaiheittain voimaan, jotta valmistajilla on ollut riittävästi aikaa ottaa vaatimukset huomioon ja tarvittaessa suunnitella laitteensa uudelleen. Vaatimukset eivät saisi vaikuttaa kielteisesti tuotteen toiminnallisuuteen tai sen valmistuskustannuksiin eikä aiheuttaa kielteisiä terveys-, turvallisuus- tai ympäristövaikutuksia. [3, s. 2.]

EU:n komission toteuttamien laskelmien mukaan nämä voimaan tulleet säädökset toisivat sähkönkulutukseen noin yhdeksän terawattitunnin (TWh) säästön vuosittain, mikä vastaa noin kolmen miljoonan tonnin CO²-ympäristöpäästöjä. Saman laskelman mukaan

kaikkien ekosuunnitteluun liittyvien direktiivien ja asetusten tuoma kokonaissäästö olisi noin 175 miljoonaa tonnia CO² päästöjä. [4.]

SGS Fimko

SGS-konsernilla, johon SGS Fimko kuuluu, on henkilökuntaa maailmanlaajuisesti noin 95 000 työntekijää, 2400 eri toimipaikassa ja laboratoriossa. Suomessa toimivalla SGS Fimkolla on toimipisteitä Helsingissä, Espoossa, Kotkassa, Raumalla, Tampereella ja Tuusulassa. Suomen pääkonttori sijaitsee Helsingin Lauttasaarella, jossa työskentelee tällä hetkellä noin 110 henkilöä. Yhteensä Suomessa työskentelee noin 200 henkilöä. Vuonna 2000 SGS osti yrityksen nimeltä Fimko, ja niiden yhdistyessä nimi muutettiin SGS Fimkoksi. [5.]

SGS on maailman johtava tarkastus-, verifiointi-, testaus- ja sertifiointiyritys, jonka ydinpalvelut voidaan jakaa neljään luokkaan: tarkastus, testaus, sertifiointi ja verifiointi. Vuosittain yrityksen nimissä tehdään tuhansia sertifikaatteja, testejä, tarkastuksia ja analyysyjä. SGS on perustettu vuonna 1878, jolloin ainoana liiketoimena tarjottiin maatalousalan tarkastuspalveluita. Suomessa toiminta aloitettiin tarjoamalla tarkastuspalveluita vuonna 1924. Vuonna 1928 mukaan tulivat turvallisuustestit.

2 Vaatimukset ja testausmenetelmät

2.1 Komission asetus N:o 278/2009 ja direktiivi 2005/32/EY

Euroopan yhteisöjen komissio antoi päätöksen 6.4.2009 koskien komission asetusta 278, joka ottaa kantaa ulkoisten teholähteiden kuormittamattoman tilan sähkönkulutukseen ja aktiivitalan keskimääräiseen hyötysuhteeseen ekologista suunnittelua koskevien vaatimusten osalta. Asetuksella pyritään parantamaan ulkoisten teholähteiden energia- tehokkuutta, mikä vaikuttaa suoraan sähkönkulutukseen ja sitä kautta sähköntuotannosta tuleviin päästöihin. Asetus kohdistuu enintään 250 watin tehosiin ulkoisiin teholähteisiin, joita käytetään toimistoissa tai kotitalouksissa ja jotka edustavat merkittävää myyntivolyymiä. Merkittävällä myyntivolyymillä tarkoitetaan vähintään 200 000 kappaletta myyntiä Euroopan unionin alueella vuositason tasolla. Vaatimusten huomioiminen ei saisi tuottaa liiallisia kustannuksia, eivätkä vaatimukset saisi vaikuttaa kielteisesti tuotteen toi-

minnallisuuteen eivätkä aiheuttaa kielteisiä terveys-, turvallisuus- tai ympäristövaikutuksia tai -haittoja. Myös asetuksen käyttöönotosta tulevien ympäristöhyötyjen tulisi olla suuremmat kuin mahdolliset asetuksesta johtuvat lisääntyneet tuotantovaiheessa tapahtuvat ympäristövaikutukset. [3, s. 1–2.]

Ulkoisella teholähteellä tarkoitetaan laitetta, jolla on kaikki seuraavat ominaisuudet:

1. Se on suunniteltu muuttamaan sähköverkosta saatava vaihtovirta pienempijännitteiseksi tasa- (DC) tai vaihtovirraksi (AC);
2. Se voi syöttää vain yhtä AC- tai DC-antojännitettä kerrallaan;
3. Se on tarkoitettu käytettäväksi yhdessä erillisen laitteen kanssa, joka muodostaa sen pääkuorman;
4. Se sijaitsee omassa kotelossaan erillään syötettävästä laitteesta;
5. Se on liitetty pääkuorman muodostavaan laitteeseen irrotettavalla tai kiinteällä pistokeliitännällä, kaapelilla, johtimella tai muulla johdotuksella;
6. Sen arvokilven mukainen antoteho on enintään 250 wattia;
7. Se on tarkoitettu käytettäväksi asetuksen (EY) N:o 1275/2008 2 artiklan 1 kohdassa tarkoitettujen kotitalouksissa ja toimistoissa käytettävien sähkö- ja elektronikkalaitteiden kanssa tai komission asetuksessa (EU) N:o 617/2013 annettujen määritelmien mukaisten tietokoneiden kanssa; [3, s. 2–3.]

Pienoisjännitteisellä ulkoisella teholähteellä tarkoitetaan ulkoista teholähdettä, jonka arvokilven mukainen antojännite on alle kuusi voltia ja arvokilven mukainen antovirta vähintään 550 milliampeeria [3, s. 3.].

Asetusta laadittaessa komissio on tehnyt taustaselvityksen, jossa analysoitiin ulkoisiin teholähteisiin liittyviä teknisiä, taloudellisia ja ympäristönäkökohtia. Selvityksessä todetaan, että juuri ulkoisia teholähteitä, joihin kuuluu esimerkiksi erilaiset matkapuhelin- ja kannettavan tietokoneenlaturit, tuodaan markkinoille suuria määriä ja niiden käytöstä syntyy vuositasolla merkittävä määrä energiankulutusta, joka on suoraan vaikutuksessa

siitä johtuviin ympäristövaikutuksiin. Suurin osa tästä energiankulutuksesta syntyy ulkoisten teholähteiden tehomuunnoksessa syntyvästä hävikistä sekä kuormittamattoman tilan tehonkulutuksesta. Kuormittamattomalla tilalla tarkoitetaan tilannetta, jolloin esimerkiksi matkapuhelinlaturi on kytkettynä verkkoon, mutta se ei ole aktiivisessa käytössä, eli matkapuhelinta ei ole kytkettynä latauslaitteeseen.

Selvityksen mukaan tästä aiheutuu vuosittain 17 terawattitunnin (TWh) sähkönkulutus, mikä vastaa noin 6,8 miljoonan tonnin hiilidioksidipäästöjä (CO_2). Ilman asetusta ja siitä aiheutuvia toimenpiteitä on kulutuksen arveltu nousevan vuonna 2020 jopa 31 terawattituntiin. Vuoden 2017 arvioitu kulutus oli 26,8 terawattituntia, josta Suomen osuus oli arviolta 0,536 terawattituntia. Komission selvityksen mukaan vuotuista sähkönkulutusta olisi mahdollista vähentää yhdeksän terawattituntia vuoteen 2020 mennessä, mikäli vaatimukset otetaan käyttöön. [3, s. 1–2.] Tämä asetus on yksi osa monista eri aloitteista, joilla pyritään vähentämään kuluttajien sekä teollisuuden aiheuttamia päästöjä.

Asetus otettiin käyttöön kaksivaiheisesti, jotta tuotteiden valmistajilla olisi tarvittaessa riittävästi aikaa suunnitella tuotteet ja niiden valmistus uudestaan. Ensimmäinen vaihe tuli käyttöön vuoden päästä asetuksen voimaantulosta ja toinen vaihe tuli käyttöön kahden vuoden kuluttua asetuksen voimaantulosta.

Ekosuunnitteluvaatimukset

Huhtikuun jälkeen vuonna 2010 kuormittamattoman tilan tehonkulutus ei saa olla suurempi kuin 0,50 W. [3, s. 5.]

Aktiivitalan keskimääräinen hyötysuhde ei saa olla pienempi kuin:

kun $P_0 < 1,0 \text{ W}$;

$$\text{Average efficiency} = 0,500 * P_0 \quad (1)$$

kun $1,0 \text{ W} \leq P_0 \leq 51,0 \text{ W}$;

$$\text{Average efficiency} = 0,090 * \ln P_0 + 0,500 \quad (2)$$

kun $P_0 > 150\text{W}$;

$$\text{Average efficiency} = 0,850 \quad (3)$$

P_0 on valmistajan ilmoittama antoteho eli arvokilven mukainen antoteho.

Aktiivitulalla tarkoitetaan tilaa, jossa ulkoisen teholähteen ottoliitin on kytketty verkkoteholähteeseen ja antoliitin on kytketty kuormituslaitteeseen, eli käytettävä laite on kuormitettuna esimerkiksi matkapuhelimella. Kuormittamattomalla tilalla tarkoitetaan tilaa, jossa ulkoisen teholähteen ottoliitin on kytketty verkkoteholähteeseen, mutta antoliitin ei ole kytketty mihinkään pääkuormalaitteeseen esimerkiksi matkapuhelimeen.

Aktiivitalan hyötysuhteella tarkoitetaan ulkoisen teholähteen aktiivitalassa tuottaman tehon ja sen tuottamiseen tarvittun ottotehon välistä suhdetta. Aktiivitalan keskimääräisellä hyötysuhteella tarkoitetaan aktiivitalojen hyötysuhteen keskiarvoa, kun arvokilven mukaisesta antotehosta on käytössä 25, 50, 75 tai 100 prosenttia. [3, s. 5.]

Huhtikuun jälkeen vuonna 2011 kuormittamattoman tilan tehonkulutus ei saa ylittää taulukossa 1 esille tulevia raja-arvoja.

Taulukko 1. Kuormittamattoman tilan tehonkulutuksen raja-arvot kahden vuoden kuluttua asetuksen voimaantulosta [3, s. 5].

	Ulkoiset AC/AC-teholähteet lukuun ottamatta pienoisjännitteisiä ulkoisia teholähteitä	Ulkoiset AC/DC-teholähteet lukuun ottamatta pienoisjännitteisiä ulkoisia teholähteitä	Pienoisjännitteiset ulkoiset teholähteet
$P_0 \leq 51,0\text{ W}$	0,50 W	0,30 W	0,30 W
$P_0 > 51,0\text{ W}$	0,50 W	0,50 W	Ei sovelleta

Aktiivitalan keskimääräinen hyötysuhde ei saa olla taulukon 2 raja-arvoja pienempi.

Taulukko 2. Aktiivitalan keskimääräisen hyötysuhteen raja-arvot [3, s. 5]

	Ulkoiset AC/AC- ja AC/DC-teholähteet lukuun ottamatta pienoisjännitteisiä ulkoisia teholähteitä	Pienoisjännitteiset ulkoiset teholähteet
$P_O \leq 1,0 \text{ W}$	$0,480 * P_O + 0,140$	$0,497 * P_O + 0,067$
$1,0 \text{ W} < P_O \leq 51,0 \text{ W}$	$0,063 * \ln(P_O) + 0,622$	$0,075 * \ln(P_O) + 0,561$
$P_O > 51,0 \text{ W}$	0,870	0,860

Kaikki komission asetukseen 278/2009 liittyvät mittaukset tulee tehdä luotettavalla, tarkalla ja uusittavissa olevalla mittausmenetelmällä. Vähintään 0,50 watin tehon mittaukset on tehtävä enintään kahden prosentin epävarmuudella 95 prosentin luotettavuustasolla. Alle 0,50 watin tehon mittaukset on tehtävä enintään 0,01 watin epävarmuudella 95 prosentin luotettavuustasolla.

Testiraporttiin kirjattavat asiat ovat lueteltuna kuvassa 1.

Teknisten asiakirjojen on 4 artiklan mukaista vaatimustenmukaisuuden arviointia varten sisällettävä seuraavat tiedot:

Ilmoitettava suure	Kuvaus
Antovirran tehollisarvo (mA)	Mitattu kuormitustiloissa 1–4
Antojännitteen tehollisarvo (V)	
Antoteho (W)	
Otojännitteen tehollisarvo (V)	Mitattu kuormitustiloissa 1–5
Ottotehon tehollisarvo (W)	
Harmoninen kokonaissärö	
Todellinen tehokerroin	
Tehonkulutus (W)	Laskettu kuormitustiloille 1–4, mitattu kuormitustilassa 5
Hyötysuhde	Laskettu kuormitustiloille 1–4
Keskimääräinen hyötysuhde	Kuormitustilojen 1–4 hyötysuhteen aritmeettinen keskiarvo

Asianomaiset kuormitustilat ovat seuraavat:

Prosenttia arvokilven mukaisesta antovirrasta	
Kuormitustila 1	100 % \pm 2 %
Kuormitustila 2	75 % \pm 2 %
Kuormitustila 3	50 % \pm 2 %
Kuormitustila 4	25 % \pm 2 %
Kuormitustila 5	0 % (kuormittamaton tila)

Kuva 1. Luettelo tarvittavasta mittausdatasta [3, s. 6].

Toteuttaessaan direktiivin 2005/32/EY 3 artiklan 2 kohdassa tarkoitettuja markkinavalvontatarkastuksia jäsenvaltioiden viranomaisten on noudatettava tämän insinööriyön sivuilla 4–6 lueteltujen ekosuunnitteluvaatimusten osalta seuraavaa tarkastusmenettelyä:

1. Jäsenvaltion viranomaisten on testattava yksi laite.
2. Kyseisen mallin on katsottava olevan ekosuunnitteluvaatimusten mukainen, jos:
 - a. kuormittamattoman tilan tulos ei ylitä ekosuunnitteluvaatimuksessa säädettyä raja-arvoa yli 0,10 watilla; ja
 - b. ekosuunnitteluvaatimuksessa määriteltujen kuormitustilojen 1–4 hyötysuhteiden aritmeettinen keskiarvo ei alita aktiivitalan keskimääräiselle hyötysuhteelle säädettyä raja-arvoa yli viidellä prosentilla.
3. Jos 2 kohdan a ja b alakohdassa tarkoitettuja tuloksia ei saavuteta, on testattava vielä kolme samaa mallia olevaa laitetta.
 - a. Sen jälkeen, kun kolme samaa mallia olevaa laitetta on testattu, kyseisen mallin on katsottava olevan vaatimusten mukainen, jos: kuormittamattoman tilan tulosten keskiarvo ei ylitä ekosuunnitteluvaatimuksessa säädettyä raja-arvoa yli 0,10 watilla; ja
 - b. ekosuunnitteluvaatimuksessa määriteltujen kuormitustilojen 1–4 hyötysuhteiden aritmeettinen keskiarvo ei alita aktiivitalan keskimääräiselle hyötysuhteelle säädettyä raja-arvoa yli viidellä prosentilla.
4. Jos 4 kohdan a ja b alakohdassa tarkoitettuja tuloksia ei saavuteta, on katsottava, ettei kyseinen malli täytä vaatimuksia. [3, s. 7.]

Ekosuunnitteluasetuksen voimaantulon jälkeen sen käyttöä Suomessa on valvonut Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes) markkinavalvonnan yhteydessä.

2.2 Ulkoisten AC-DC ja AC-AC teholähteiden kuormittamattoman tilan ja aktiivitalan keskimääräisen hyötysuhteen määrittäminen -standardi

Standardi EN 50563:2011 (External AC-DC and AC-AC power supplies - Determination of no-load power and average efficiency of active modes) julkaistiin lokakuussa 2011 ja sitä käytetään yhdessä EN 50564:2011 standardin kanssa apuna ekomittauksissa. Standardi on tehty tukemaan EU:n komission asetusta 278/2009. Se on tarkoitettu laitteille, joiden toimintajännite on 100–250 VAC ja joissa on yksittäinen ulostulo, jonka ulostuloteho on alle 250 W sekä ulostuleva jännite on alle 230 VAC tai 325 VDC. Ulostuleva jännite voi olla jokin tietty jännite, tai se voi olla säädettävissä joko käyttäjän toimesta tai automaattisesti. [6, s. 4–5.]

EN 50563:2011 standardi määrittää, että testattavassa ulkoisessa teholähteessä pitää olla merkittynä tai sen mukana pitää tulla dokumentti, josta selviää kyseisen tuotteen

ulostulojännite voltteina, ulostuleva virta ampeereina, ulostuleva teho watteina sekä symbolimerkintä, josta selviää ulostulojännitteen laatu (vaihtojännite vai tasajännite). Jos ulostuleva jännite on säädettävissä, pitää eri jännitteet merkitä ja erottaa toisistaan ke-noviivalla. Esimerkiksi, jos käyttäjä pystyy valitsemaan ulostulojännitteen viiden voltin ja yhdeksän voltin välillä, merkintä olisi 5/9 V. Jos ulostuleva jännite on valittavissa, pitää ulostuleva virta myös olla merkittynä selkeästi eri jännitteille. [6, s. 8.]

Mittauksiin standardi EN 50563:2011 määrittää samat kuormitukset kuin komission ase-tus 278/2009, jotka ovat 0 sekä 25, 50, 75 ja 100 prosenttia, ± 2 prosenttia. Kuormitta-mattomassa tilassa kuorman suuruuden toleranssi on 0 prosenttia. Kuorman pitää olla kaikilla suuruuksilla resistiivinen ja sen tehokertoimen pitää olla 0,95–1,00.

Mittausasetelmaa tehtäessä tarvittavat johdot pitäisi valita niin, että ne olisivat mahdoli-simman lyhyet, jotta pystytään minimoimaan niiden aiheuttamat ylimääräiset häiriöt ja kuormat.

Ennen mittauksen aloitusta seuraavat asiat pitää huomioida ja merkitä testiraporttiin:

1. Jos laitteessa on kytkin, laitetaan se ON-asentoon.
2. Jos laite käyttää erillistä virtajohtoa, on testattava laite kytkettävä verkkoon virta-johdolla, jonka valmistaja on toimittanut tuotteen mukana.
3. Jos laitteen mukana tulee eri mittaisia ulostulojohtoja, suoritetaan mittaukset pi-simmällä tuotteen mukana tulleella johdolla. Johdon pituus pitää mitata ja sen mittausepävarmuus saa olla maksimissaan 10 prosenttia. Jos laitteen mukana ei tule ulostulojohtoa, mittaukset tehdään suoraan laitteen ulostulosta.

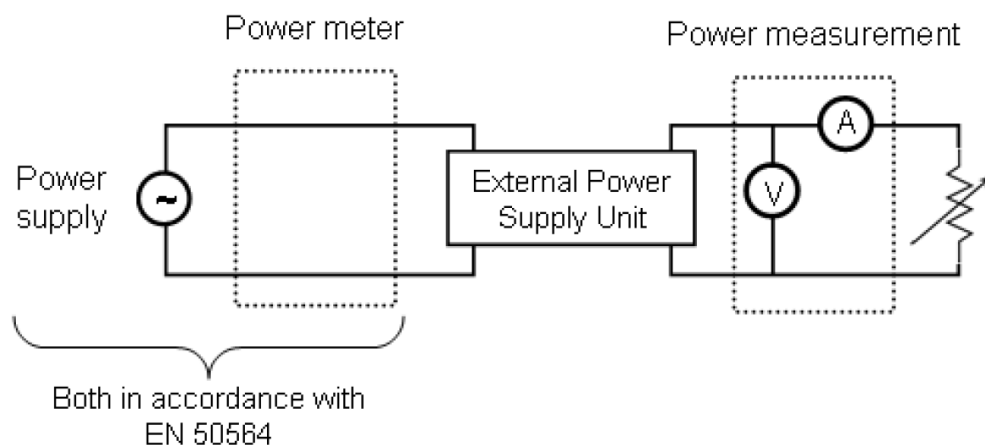
Jos laitteessa on säädettävä ulostulojännite, testataan laite suurimmalla ja pienimmällä jännitteellä. Sama koskee myös automaattisäätöisiä teholähteitä. Jos laitteessa on AC-ulostulo, mittaukset tulee suorittaa tehomittarilla ja, jos laitteessa on DC-ulostulo, mittauk-set voidaan suorittaa joko kahdella yleismittarilla tai tehomittarilla. [6, s. 9–10.]

Ulostulon mittausepävarmuus saa olla ≤ 2 prosenttia, jos ulostuleva teho on 0,5 W tai suurempi. Jos ulostuleva teho on alle 0,5 W, mittausepävarmuus saa olla ≤ 10 mW. Mittausepävarmuuksien määrät ovat samat kuin komission asetuksessa 278/2009, ja standardi viittaa niihin suoraan. [6, s. 11.]

Ennen testauksen aloittamista rakennetaan mittauskytkentä, joka on kuvan 2 mukainen. Tämän jälkeen itse testaus aloitetaan testattavan laitteen lämmityksellä, jolloin laitetta pidetään päällä valmistajan ilmoittamalla maksimikuormalla vähintään 30 minuutin ajan. Lämmitysvaiheen jälkeen laitteen sisään tulevaa tehoa monitoroidaan viiden minuutin ajan, jolloin arvioidaan, onko laitteen syöttöteho stabiloitunut. Jos laitteen syöttöteho ei muutu yli viittä prosenttia tämän viiden minuutin aikana, voidaan todeta, että se on stabiloitunut ja ensimmäiset mittaustulokset voidaan ottaa ylös. Jos syöttötehon muutos on suurempi kuin viisi prosenttia, viittaa standardi EN 50563:2011 standardin EN 50564:2011 kohtaan 5.3, jossa esitellään kolme erilaista mittaustapaa, joita voidaan käyttää syöttötehon stabiloitumisen varmentamiseen. Ensimmäisten mittaustulosten tallentamisen jälkeen lasketaan laitteen kuormitus 75:een prosenttiin valmistajan ilmoittamasta maksimiulostulokuormasta, jonka jälkeen sisään tulevaa tehoa tarkkaillaan viiden minuutin ajan. Jos sisään tuleva teho ei muutu yli viittä prosenttia viiden minuutin aikana, voidaan todeta, että se on stabiloitunut ja tarvittavat mittaustulokset voidaan kirjata ylös. Sama viiden minuutin monitorointi sisään tulevalle teholle ja stabiloitumisen todentaminen tehdään myös 50, 25 sekä 0 prosentin kuormille. [6, s. 9–11.]

Jos laitteessa on kytkin, josta käyttäjä voi valita ulostulevan jännitteen, tehdään mittaukset ensin suurimmalla mahdollisella jännitteellä ja heti näiden mittausten jälkeen suoritetaan samat mittaukset alimmalla mahdollisella jännitteellä seuraten samoja mittausmenetelmiä.

Jos laitetta ei voida ajaa täydellä kuormalla lämmitys- tai stabilointiajan puitteissa, ei laite noudata tämän standardin määrittämiä. [6, s. 9–11.]



Key

- 'A' indicates the current measuring part of the power meter
- 'V' indicates the voltage measuring part of the power meter

Kuva 2. Ekotestauksessa käytettävä mittausmenetelmä [6, s. 11].

Mittauspöytäkirjaan kirjataan seuraavat asiat kaikilla kuormilla:

- sisääntulojännitteen tehollisarvo [V]
- sisääntuloteho [W]
- sisääntulovirran harmoninen kokonaissärö I_{THD} [%]
- tehokerroin.

Näiden tietojen lisäksi mittauspöytäkirjaan kirjataan seuraavat asiat 100–25 prosentin kuormilla:

- ulostulovirran tehollisarvo (AC tai DC) [mA]
- ulostulojännitteen tehollisarvo (AC tai DC) [V]
- ulostuloteho [W].

Mittauspöytäkirjaan merkitään myös:

- mitatuilla arvoilla lasketut tehohäviöt 100–25 prosentin kuormilla
- mitattu tehohäviö ilman kuormaa
- mitatuilla arvoilla lasketut hyötysuhteet 100–25 prosentin kuormilla
- mitatuilla arvoilla laskettu keskimääräinen hyötysuhde 100–25 prosentin kuormista.

Kuormitetun tilan hyötysuhde lasketaan jakamalla tietyn kuorman mitattu ulostuloteho syöttöteholla:

$$\text{Active mode efficiency } (\eta) = P_{OUT} / P_{IN} \quad (4)$$

Keskimääräinen hyötysuhde saadaan laskettua summaamalla jokaisen kuorman lasketut hyötysuhteet yhteen ja jakamalla tämä tulos kuormien määrällä, eli neljällä:

$$\eta_{AVG} = \frac{(\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4)}{\text{Kuormien määrä, eli } 4} \quad (5)$$

Kuormittamattoman tilan hyötysuhdetta ei voida laskea, joten sitä ei myöskään oteta huomioon keskimääräistä hyötysuhdetta laskettaessa. [6, s. 12.]

Tehohäviöt saadaan laskettua vähentämällä tietyn kuorman mitatusta sisääntulotehosta ulostulotehon määrä:

$$\text{Tehonkulutus ensimmäisellä (100 prosentin) kuormalla} = P1_{OUT} - P1_{IN} \quad (6)$$

$$\text{Tehonkulutus toisella (75 prosentin) kuormalla} = P2_{OUT} - P2_{IN} \quad (7)$$

Testiraporttiin kirjataan seuraavat tiedot:

- valmistajan tiedot
- malli nimi tai numero, versio tai sarjanumero
- tuotekuvaus
- nimellisteho ja -taajuus, nimellisulostulojännite ja sen laatu (AC/DC), nimellisulostulovirta ja/tai nimellisulostulon teho [W] [Hz] [V] [A]
- ympäröivän tilan lämpötila [°C]
- testijännite ja sen taajuus [V] [Hz]
- testijännitteen kokonaissärö V_{THD} [%]
- mittausjärjestelyn tiedot eri kuormilla
- syöttötehon stabilisoitumisen varmentamiseen käytetty menetelmä
- testiraportin numero
- testauspäivämäärä

- testilaboratorion nimi ja osoite
- testaajan nimi
- käytettyjen testilaitteiden listaus ja niiden kalibrointi päivämäärät
- mitatut ja lasketut arvot
- maininta siitä onko laitteessa on/off tai ulostulonvalinta kytkintä
- ulostulokaapelin pituus [cm]
- lasketut mittausten epävarmuudet

Käytettävä testiraporttipohja on esitelty liitteessä 1.

2.3 Elektronisten kotikäyttö- ja toimistolaitteiden alhaisen tehonkulutuksen mittaustandardi

Standardi EN 50564:2011 (Electrical and electronic household and office equipment - Measurement of low power consumption) julkaistiin toukokuussa 2011 ja sitä käytetään yhdessä EN 50563:2011 standardin kanssa ekomittauksissa. Tämä standardi määrittää vaatimukset, joiden avulla voidaan mitata pieniä tehoja. [7, s. 1.] Se on tarkoitettu yksivaiheisille elektronisille laitteille, joiden toimintajännite on 100–250 VAC. Joissain tapauksissa sitä voidaan myös soveltaa kolmivaiheisille laitteille. Standardi EN 50564:2011 ottaa kantaa vain testattavan laitteen tehonkulutukseen eikä se huomioi, onko laite esimerkiksi kuormitetussa tai virransäästötilassa, joten sitä ei voida käyttää ilman jotakin toista standardia tai asetusta, jossa on otettu huomioon laitteen eri käyttötilat. Se ei myöskään ota kantaa laitteen toimintaan, turvallisuuteen, maksimitehонkulutukseen eikä siinä ole rajoituksia koskien sääntelyvaatimuksia. Alun perin standardi EN 50564:2011 on tehty tukemaan EC-komission asetusta 1275/2008, joka määrittelee laitteen virrankulutusta valmiustilassa ja "poissa päältä" tilassa, mutta myöhemmin se otettiin myös käyttöön tukemaan komission asetusta 278/2009, sillä kummankin asetuksen käyttötarkoitukset ovat hyvin samankaltaiset. [7, s. 5.]

Testaukseen käytettävän huoneen lämpötilan pitää olla testauksen aikana 18–28 °C ja ilman nopeus testattavan laitteen läheisyydessä saa olla maksimissaan $\leq 0,5$ m/s. Testijännite yksivaiheisille laitteille tulee olla $230\text{ V} \pm 1\%$ ja sen taajuus $50\text{ Hz} \pm 1\%$. Testijännite kolmivaiheisille laitteille tulee olla $400\text{ V} \pm 1\%$ ja sen taajuus $50\text{ Hz} \pm 1\%$. Testijännitteen harmoninen kokonaissärö ei saa ylittää kahta prosenttia.

Toisin kuin komission asetuksessa 278/2009 ja standardissa EN 50563:2011, joissa mittausepävarmuuksien määrät on annettu valmiiksi, standardin EN 50564:2011 mittausepävarmuuksien määrät riippuvat tietyistä mitatuista arvoista tietyllä kuormalla. Eri-tyisesti mittausepävarmuuden määrään vaikuttaa MCR eli Maximum Current Ratio. [7, s. 8.]

$$\text{Maximum Current Ratio (MCR)} = \frac{\text{Muotokerroin (CF)}}{\text{Tehokerroin (PF)}} \quad (8)$$

jossa muotokerroin lasketaan:

$$\text{Muotokerroin} = \frac{\text{Mitattu sisääntulovirran huippuarvo [A]}}{\text{Mitattu sisääntulovirran tehollisarvo [A]}} \quad (9)$$

ja tehokerroin lasketaan:

$$\text{Tehokerroin} = \frac{\text{Pätöteho [W]}}{\text{Näennäisteho [W]}} \quad (10)$$

Nämä laskelmat tehdään jokaiselle eri kuormansuuruudelle, jotta saadaan oikea mittausepävarmuuden maksimisuuruus jokaiselle eri kuormitukselle. [7, s. 9.]

Jos laskettu MCR:n arvo on yhtä suuri tai pienempi kuin 10 ja mitattu teho on suurempi tai yhtä suuri kuin 1,0 W, on mittausepävarmuuden määrä 95 prosenttia luottamustasolla enintään kaksi prosenttia, eli sama kuin komission asetuksessa 278/2009 ja standardissa EN 50563:2011. Jos laskettu MCR:n arvo on yhtä suuri tai pienempi kuin 10 ja mitattu teho on pienempi kuin 1,0 W, mittausepävarmuuden määrä 95 prosenttia luottamustasolla on enintään 0,02 W.

Jos laskettu MCR:n arvo on suurempi kuin 10, voidaan mittausepävarmuuden määrä (U_{PC}) laskea kaavalla 11.

$$U_{PC} = 0,02 * (1 + (0,08 * (MCR - 10))) \quad (11)$$

Jos mitattu teho on suurempi tai yhtä suuri kuin 1,0 W, on U_{PC} :n laskettu arvo kyseisen kuorman suurin sallittu epävarmuuden määrä 95 prosenttia luottamustasolla. Jos mitattu

teho on pienempi kuin 1,0 W, on suurin sallittu epävarmuuden määrä 95 prosentin luotamustasolla joko laskettu U_{PC} :n arvo kerrottuna mitatulla arvolla tai 0,02 W, riippuen siitä kumpi näistä arvoista on suurempi. Vähimmillään sen suuruus on siis 0,02 W.

Ennen testauksen aloittamista standardi ohjeistaa tekemään ja myös dokumentoimaan seuraavat asiat:

- testattava laite poistetaan paketista (jos laite on paketissa),
- luetaan käyttöohjeet ja tehdään laitteesta toimintakuntoinen,
- selvitetään, onko laitteessa sensoreita tai muita vastaavia, jotka saattaisivat vaikuttaa mittaustuloksiin,
- selvitetään, onko laitteessa akkua tai paristoja. Jos laitteessa on akku tai paristot, pitää ne ottaa pois käytöstä ja/tai niiden lataus testiä tehdessä on kytkettävä pois. [7, s11.]

Mittaukset voidaan suorittaa joko näytteenotto-, keskiarvo- tai suoralukumenetelmällä. Standardi EN 50564:2011 suosittelee näytteenottomenetelmää, jossa kaikki mittaustulokset otetaan talteen säännöllisesti intervalleina koko mittauksen ajan. Suoraluku- ja keskiarvomenetelmiä suositellaan käytettäväksi silloin, kun testattavan laitteen ulostuloteho ei välttämättä ole vakaa. Näiden menetelmien käyttöön viitattiin myös standardissa EN 50563:2011 siinä tapauksessa, että laitteen sisääntuloteho ei ollut stabiili.

Testiraporttiin kirjataan seuraavat asiat [7, s. 15-16]:

- laitteen merkki, malli, tyyppi ja sarjanumero
- kuvaus laitteesta
- nimellisjännite ja -taajuus [V] [Hz]
- lisätiedot valmistajasta
- lisätiedot laitteen eri käyttötiloista (jos mahdollista)
- testaustilan lämpötila [°C]
- testijännite ja -taajuus [V] [Hz]
- syöttävän laitteen I_{THD} [%]
- lisätiedot mittausjärjestelyistä ja mittaustapa
- keskimääräinen teho pyöristettynä kahden desimaalin tarkkuudelle. Suuremmilla tehoilla kuin 10 W, vähintään kolmen merkitsevän numeron tarkkuudella [W]
- lasketut mittauserävarmuudet
- näytteenottoaika, lämmitysaika ja koko testin pituus

- testiraportin numero
- testauspäivämäärä
- testilaboratorion nimi ja osoite
- testaajan nimi [7, s. 15-16].

Standardin EN 50564:2011 liitteeksi on laitettu osio, jossa käsitellään pienien tehojen mittauksissa esiintyviä ongelmia, joihin kuuluvat muun muassa muotokertoimen ja tehokertoimen vaikutus.

Muotokertoimen vaikutus

Mittauksia tehtäessä on erittäin tärkeää, että käytettävän mittarin muotokertoimen mitta-alue on suurempi kuin käytettävän kuorman muotokerroin, muuten virran huippuarvosta karsiutuu osa pois ja mittaustuloksena saatu teho on väärä. Suurimassa osassa mitta-reita muotokertoimen suuruus on ilmoitettu jokaiselle eri virranmittausalueelle ja yleensä sen suuruus kasvaa silloin kun mitta-alue pienenee. Standardi suosittelee käyttämään tehomittarina sellaista mittaria, jossa tulee ilmoitus "out of range" silloin, kun mitattava arvo on suurempi kuin käytettävä mitta-alue, jolloin myös väärän kokoisen muotokertoimen aiheuttama mittaustuloksesta on pienempi. Mitattaessa pieniä tehoja tyypillinen muotokertoimen arvo on 3–10, joskus jopa suurempikin, joten on erittäin tärkeää, että käytettävä mittari antaa "out of range" -ilmoituksen käytettäessä väärän kokoista mitta-alueella. Tämän takia käytettävät mitta-alueet tulee valita manuaalisesti, eikä automaattista mitta-alueen valintaa saa käyttää.

Alhainen muotokertoimen arvo vaikuttaa yleensä mittaustulokseen, koska silloin laskettu näennäisteho on paljon korkeampi kuin todellinen teho. Se voi myös vaikuttaa suoraan mitattuun tehokertoimeen riippuen tehomittarin yleisestä toiminnasta ja sen vaikutus mittaustulokseen vaihtelee suuresti eri mittareiden välillä. [7, s. 18–19.]

Tehokertoimen vaikutus

Käytettävän resistiivisen kuorman alhainen tehokerroin vaikuttaa erittäin suurella todennäköisyydellä kuormittamattoman tilan tehon mittaustulokseen, sillä tehonlähteen tehokerroin sisääntulon (AC-verkko) puolelta on suoraan verrannollinen kuormituksen määrään; mitä pienempi on kuorma, sitä pienempi on tehokerroin. Koska mittauksissa käytetään

resistiivistä kuormaa, on ulostulon tehokerroin 1. Tehokertoimen pieneneminen vaikuttaa lasketun näennäistehon suuruuteen, ja se voi tällöin olla huomattavasti korkeampi kuin todellinen tehokertoimen. [7, s. 19.] Tehokertoimen määrällä on myös suuri vaikutus mittauksen jälkeen tehtäviin mittausepävarmuuslaskuihin.

Standardi EN 50564:2011 antaa myös ohjeet ja suositukset tehomittarin valintaan. Käytettävän tehomittarin vaatimukset ovat seuraavat:

- kyky mitata todellista tehoa, todellista tehollisjännitettä ja virtaa sekä virran huippuarvoa
- tehonmittaus vähintään yhden milliwatin tarkkuudella
- mittarin muotokertoimen arvo on vähintään kolme tai suurempi ja se on merkittynä eri mittausalueille
- vähintään 10 milliampeerin mittausalue
- valmius näytteenottoon koko mittauksen ajan
- "out of range" -ilmoitus, kun mittausalue ylitetään
- automaattisen mittausalueen valinnan pois kytkentä.

Tehomittarin valinnassa pitäisi myös ottaa huomioon mittausepävarmuuteen vaikuttavat tekijät, joita ovat mittarin tehokerroin ja muotokerroin sekä jännitteen ja virran mittauksessa syntyvät epävarmuudet. [7, s. 20.]

3 Mittausten teko

3.1 Testaus

Insinööritoiminnan tarkoituksena oli suorittaa hyötysuhde- ja energiatehokkuusmittaukset yhdeksälle eri ulkoiselle teholähteelle. Mittaukset suoritettiin SGS Fimkon testilaboratoriossa marraskuun 2017 ja helmikuun 2018 välisenä aikana. Tavoitteena oli selvittää kuinka hyvin valmistajat ovat ottaneet EU:n komission asetuksen 278/2009 vaatimukset huomioon.

Testauksessa mukana olleita tuotteita ei nimetä tai niiden tietoja julkaista tässä työssä, vaan niistä käytetään projektinumeroita, joilla pystytään erittelemään eri tuotteet toisistaan julkaisematta muita tietoja testauksessa olleista laitteista. Testattavista laitteista

seitsemän kappaletta oli ulkoisia teholähteitä ja kaksi kappaletta ulkoisia säädettäviä teholähteitä, joille tehtiin mittaukset suurimmalla ja pienimmällä valittavissa olevalla jännitteellä.

3.2 Testattavat laitteet

Testattavat laitteet voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan: ulkoiset teholähteet, ulkoiset säädettävät teholähteet ja pienisjännitteiset teholähteet.

Ulkoisella teholähteellä tarkoitetaan laitetta, jonka tarvittavat ominaisuudet on esitelty tämän insinööritoimiston kolmannella sivulla (ks. s. 3).

Ulkoisella säädettävällä teholähteellä tarkoitetaan laitetta, joka täyttää samat vaatimukset kuin ulkoinen teholähde ja jossa on joko automaattinen tai manuaalinen kytkin mistä käyttäjä voi itse valita jännite- ja/tai virtaulostulon. Jos testattavan laitteen ulostulo on säädettävä, mittaukset tehdään suurimmalla ja pienimmällä jänniteulostulolla. Mittaukset aloitetaan suurimmalla mahdollisella jännitteellä ja heti näiden mittausten jälkeen suoritetaan samat mittaukset pienimmällä mahdollisella jännitteellä.

Pienisjännitteisellä ulkoisella teholähteellä tarkoitetaan ulkoista teholähdettä, jonka arvokilven mukainen antojännite on alle kuusi voltia ja arvokilven mukainen antovirta vähintään 550 milliampeeria.

3.3 Käytettävät mittalaitteet

Mittauksessa käytettiin syöttävänä laitteena ohjelmoitavaa Chroma 61612 -teholähdettä. Laitteella voidaan säätää ulostuleva jännite 0–300 VAC ja taajuus 15–1500 Hz. Suurin mahdollinen ulostuleva teho tällä mallilla on 18 kVA kolmivaiheisena ja 6 kVA yksivaiheisena. Mittauksissa käytettiin ulostulona 230 VAC ja 50 Hz. [8.]

Testattavan laitteen ulostulon ja sisääntulon mittauksiin käytettiin Yokogawan WT200-tehomittareita. Toisella mittalaitteella mitattiin sisääntulosta jännite, virta, teho, tehokerroin ja virran harmoninen kokonaissärö. Toisella mittalaitteella mitattiin ulostulosta jännite, virta ja teho. Jännitemittauksen eri alueet ovat 600 V, 300 V, 150 V, 60 V, 30 V ja

15 V. Alueen valinnan voisi myös laittaa automaattiseksi, jolloin laite itse katsoo sopivimman alueen, mutta muun muassa mittausten epävarmuuden laskelmia varten sopivin ja tarkin alue haetaan manuaalisesti ja kirjataan ylös jokaisella kuormansuuruudella. Virranmittauksen eri alueet ovat 20 A, 10 A, 5 A, 2 A, 1 A, 0,5 A, 200 mA, 100 mA, 50 mA, 20 mA, 10 mA ja 5 mA. Kuten jännitemittauksessa, myös virranmittauksessa olisi mahdollista käyttää automaattista alueenvalintaa, mutta muun muassa mittausten epävarmuuden laskelmien vuoksi haetaan sopivin ja tarkin alue manuaalisesti. Mittauksen vaatimuksissa on myös kielletty käyttämästä automaattista alueen valintaa, sillä se voi vaikuttaa mittaustulosten tarkkuuteen. [9.]

Sisääntulotehon stabiloitumisen seuraamiseen sekä niin kutsutun laitteen lämmitysajan monitorointiin käytettiin Fluke Norma 5000 -tehoanalysaattoria. Alkuperäinen suunnitelma oli käyttää kaikkiin mittauksiin pelkästään tätä kyseistä mittalaitetta, mutta Fluke Norma 5000:n virranmittausalue on liian suuri pienimmille virroille eikä se siten täytä standardien vaatimaa minimimittausalueen suuruutta 10 mA. Mittausalueen suuruus vaikuttaa myös erittäin paljon mittausepävarmuuslaskelmiin. Fluke Norma 5000:ssa pienin mahdollinen virranmittausalue on 60 mA ja Yokogawa WT200:ssa se on 5 mA, joten ulostulon ja sisääntulon mittauksiin päädyttiin käyttämään Yokogawa WT200 -tehomittareita. Fluke Norma 5000:lla mitattiin stabiloitumisajan lisäksi myös mittausepävarmuuslaskelmia varten syötön muotokerroin, virran huippuarvo ja virran huipusta-huippuun arvo. [10.] Tärkeimpänä ominaisuutena kuitenkin tässä mittalaitteessa oli syötön tehon stabiloitumisen mittaus ja sen seuranta. Seuranta tehtiin tietokoneen avulla, joka oli yhteydessä mittalaitteeseen (ks. kuva 3). Laitetta voidaan käyttää myös kolmivaihemittauksiin.

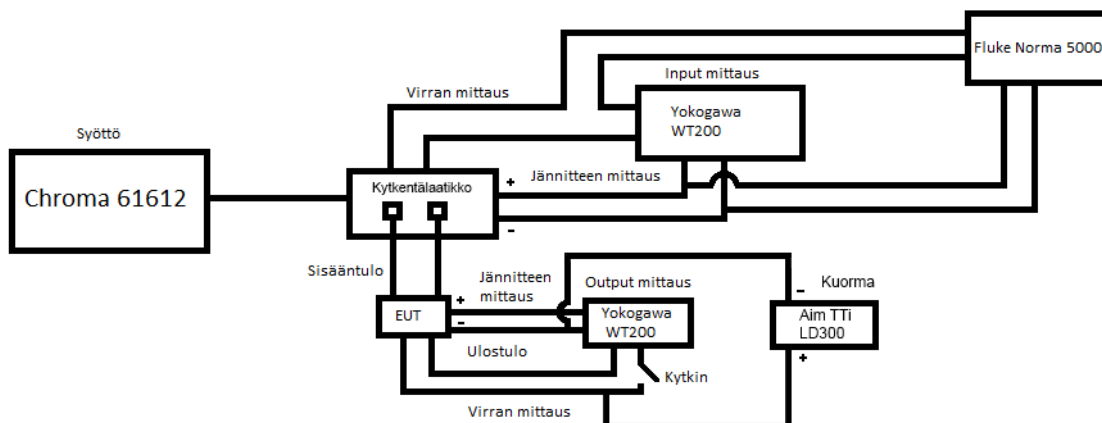


Kuva 3. Kuva stabiloitumisajan seurannasta ja Fluke Norma 5000 tietokonenäkymästä.

Kuormana käytettiin Aim TTi:n LD300 resistiivistä elektronista kuormaa, joka on manuaalisesti säädettävissä jopa 80:n ampeerin virtaan asti. Suurin mahdollinen kuormallinen ulostulojännite on jopa 80 voltia sekä suurin mahdollinen ulostuloteho on 320 wattia maksimissaan 28 °C lämpötilassa. [11.] Käytettävää kuormaa ei oltu kalibroitu ja sen antamat lukemat olivat vain indikointia varten, joten niiden paikkansapitävyyttä mitattiin kalibroidulla Yokogawa WT200 -tehomittarilla.

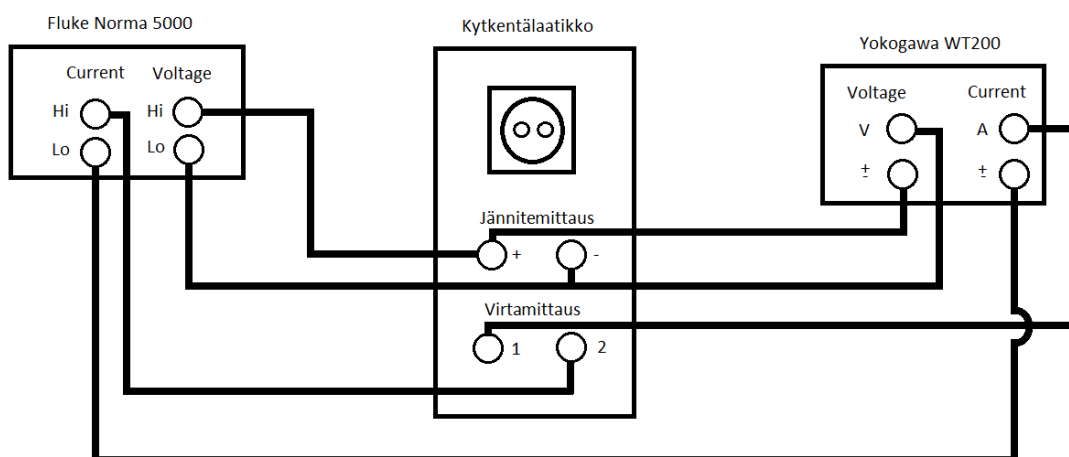
3.4 Mittausmenetelmä

Yksinkertainen kuva mittausmenetelmästä on esitelty kuvassa 2. Kuvassa 4 mittausmenetelmään on merkittynä käytettävät mittalaitteet.



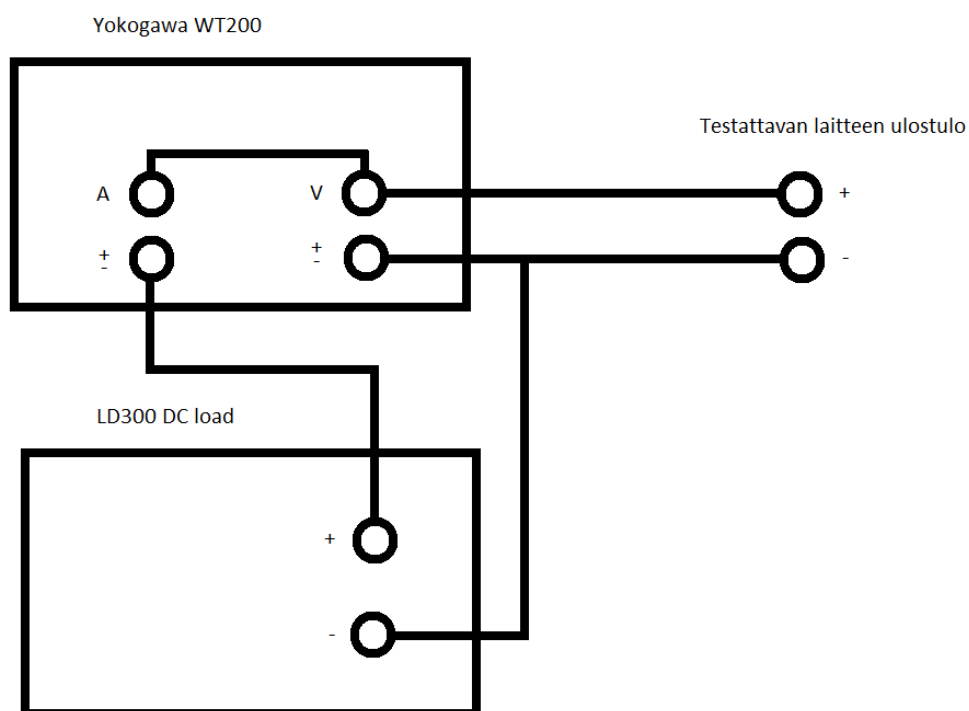
Kuva 4. Mittausmenetelmässä käytetyt mittalaitteet

Mittausohjetta varten tehtiin myös tarkemmat kuvat mittausmenetelmästä sisääntulon mittauksia varten (ks. kuva 5).



Kuva 5. Sisääntulon mittaus.

Mittausohjetta varten tehtiin myös tarkemmat kuvat mittausmenetelmästä ulostulon mittauksia varten (ks. kuva 6).



Kuva 6. Ulostulon mittaus.

Kuvassa 7 on esiteltynä käytettävän mittausmenetelmän yleiskuva testauslaboratoriosta. Käytettävä testialue rajattiin työturvallisuuden takaamiseksi "Testaus käynnissä"-kylteillä sekä kuvassa näkyvillä aidoilla.



Kuva 7. Yleiskuva mittauspaikasta.

4 Testaustulokset

4.1 Mittaustulokset

Jokaisesta suoritetusta mittauksesta tehtiin yhteneväinen mittauspöytäkirja, jonka perusteella voitiin suorittaa tarvittavat laskelmat sekä niiden perusteella todeta, onko testattava laite vaatimustenmukainen vai ei. Näiden tietojen perusteella kirjoitettiin myös virallinen raportti sekä tutkimuslausunto testauksen tilaajalle eli Tukesille. Jokaisessa mittauksessa käytettiin samaa mittauspöytäkirjaa (ks. liite 2), sekä jo aiemmin tehtyä raporttipohjaa (ks. liite 3). Taulukoissa 3 ja 4 on esiteltynä projektien 291471-1 ja 291475-1 mittaustulokset eri kuormitusten määrittä. Tarvittavat ylös kirjattavat tiedot on esiteltynä kuvassa 1. Vihreällä pohjalla olevat tehonkulutus laskelmat on laskettu käyttäen kaavaa 6 ja kuormitetun tilan hyötysuhteen laskelmat käyttäen kaavaa 4.

Taulukoiden 3 ja 4 tiedot kirjoitettiin käsin mittauksia tehtäessä mittauspöytäkirjaan ja mittausten jälkeen tiedot tallennettiin sähköisesti raporttipohjaan (ks. liite 3) sekä mittausedävarmuuslaskenta dokumenttiin (ks. liite 4). Kaikki dokumentoitavat laitteen vaatimuksenmukaisuuden todentamiseen tarvittavat tiedot saatiin EU:n komission asetuksesta 278/2009 sekä standardeista EN 50563:2011 ja EN 50564:2011.

Taulukko 3. Projektin 291471-1 mittaustulokset. Vihreällä pohjalla laskettuja arvoja.

Mode	5	4	3	2	1
Rated output current	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Output current (A, r.m.s.)	-	0,85	1,71	2,56	3,41
Output voltage (V, r.m.s.)	19,09	19,01	18,94	18,86	18,79
Output power (W)	-	16,27	32,36	48,35	64,23
Input voltage (V r.m.s.)	230	230	230	230	230
* Input power (W)	0,182	18,2	35,8	53,2	70,7
Input current (%ITHD)	9,6	255,9	239,3	223,2	209,2
True power factor	0,032	0,342	0,373	0,396	0,416
¹⁾ Power consumed (W)	0,182	1,93	3,44	4,85	6,47
²⁾ Active mode efficiency	-	0,894	0,9039	0,9088	0,9085

Taulukko 4. Projektin 291475-1 mittaustulokset. Vihreällä pohjalla laskettuja arvoja.

Mode	5	4	3	2	1
Rated output current	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Output current (A, r.m.s.)	-	0,395	0,79	1,185	1,58
Output voltage (V, r.m.s.)	19,13	18,97	18,82	18,67	18,52
Output power (W)	-	7,50	14,86	22,13	29,27
Input voltage (V r.m.s.)	230	230	230	230	230
* Input power (W)	0,11	8,51	16,8	25,1	33,3
Input current (%ITHD)	3,3	215,1	221,7	211,7	201,2
True power factor	0,02	0,346	0,378	0,402	0,422
¹⁾ Power consumed (W)	0,11	1,01	1,94	2,97	4,03
²⁾ Active mode efficiency	-	0,8813	0,8845	0,8817	0,879

4.2 Yhteenveto

Kaikki testattavat laitteet läpäisivät testauksen ja ovat näin ollen EU:n komission asetuksen 278/2009 mukaisia. Taulukossa 5 on esiteltynä kaikki mittauksissa olleet projektit ja niiden tulokset markkinavalvonnan kannalta.

Taulukko 5. Mittaustulokset

Projektinnumero	Kuormittamattoman tilan tehonkulutus	Aktiivitalan keskimääräinen hyötysuhde
290696-1	Hyväksytty	Hyväksytty
290695-1	Hyväksytty	Hyväksytty
290788-1	Hyväksytty	Hyväksytty
291476-1	Hyväksytty	Hyväksytty
291475-1	Hyväksytty	Hyväksytty
291474-1	Hyväksytty	Hyväksytty
291473-1	Hyväksytty	Hyväksytty
291472-1	Hyväksytty	Hyväksytty
291471-1	Hyväksytty	Hyväksytty

5 Mittausepävarmuus

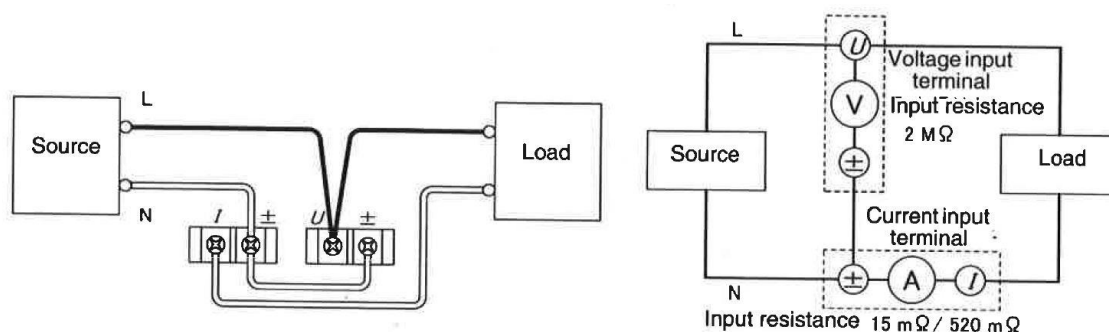
5.1 Laskelmat

Suoritettujen mittausten jälkeen testattaville laitteille laskettiin mittausepävarmuus jokaisella kuormituksella ja tämän jälkeen niitä verrattiin komission asetuksessa 278/2009 annettuihin maksimiarvoihin (ks. liite 4). Säädetäville teholähteille epävarmuuslaskelmat tehtiin molemmille testatuille jännitteille. Myös standardin EN 50564:2011 mukaiset mittausepävarmuuksien määrät laskettiin tilastoinnin vuoksi, mutta näitä arvoja ei huomioitu tehtäessä virallista raporttia tai tutkimuslausuntoa. Liitteessä 4 on esiteltynä projektin 291473-1 mittausepävarmuuslaskelmat. Mittausepävarmuuslaskelma Excel-tilukko pyrittiin päivittämään mahdollisimman selkeäksi ja helppokäyttöiseksi, sillä sitä tullaan käyttämään myös tulevaisuissa mittauksissa, joten kaikki mahdolliset laskelmat ja niiden hyväksytty/hylätty loppunäkymät pyrittiin automatisoimaan mahdollisimman pitkälle. Käyttäjän tarvitsee vain merkitä taulukkoon testattavan laitteen arvokilven mukainen antoteho

ja mittausraporttipohjaan merkityt mitatut arvot. Tämän jälkeen mittausepävarmuuspohjaan tehtyt Excel-pohjaiset lausekkeet laskevat automaattisesti laskennallisen muotokertoimen, MCR:n arvon, kuormittamattoman tilan tehonkulutuksen ja keskimääräisen hyötysuhteen 25–100 prosentin kuormituksille. Pohjaan on myös tehty automaattinen vertailu kuormittamattoman tilan tehonkulutuksen ja komission asetuksen antaman viiden prosentin vaatimuksen välille, joten mittauksien syöttämisen jälkeen testaja saa tiedon läpäisikö testattava laite testin vai ei. Samanlainen vertailu on tehty myös keskimääräisen hyötysuhteen laskuille. Myös standardin EN 50564:2011 vaatimat mittausepävarmuuksien määrät lasketaan automaattisesti. Jokaisen eri kuorman mittausepävarmuudet joudutaan laskemaan erikseen syöttämällä mitatut tehokertoimen ja sisääntulotehon arvot sekä sisääntulojännitteen, sisääntulovirran ja sisääntulotehon mitta-alueiden arvot. Laskuihin tarvitaan myös ulostulotehon arvo sekä ulostulojännitteen, ulostulovirran ja ulostulotehon mitta-alueiden arvot. Tietojen syöttämisen jälkeen laskettuja arvoja verrataan suoraan komission asetuksesta tuleviin arvoihin, minkä jälkeen saadaan hyväksytty tai hylätty laskelmatulos. Laskettuja mittausepävarmuuksien tuloksia verrataan myös tilastointitarkoituksella standardin EN 50564:2011 laskettuihin mittausepävarmuus määriin. Kuormittamattoman tilan epävarmuudet lasketaan samalla tavalla käyttämällä syötettyjä tehokertoimen ja sisääntulotehon arvoja sekä sisääntulojännitteen, sisääntulovirran ja sisääntulotehon mitta-alueiden arvoja.

5.2 Tulokset

Mittauksien suorittamisen jälkeen huomattiin, että jokaiseen sisääntulotehon mittaukseen oli tullut systemaattinen mittausvirhe, joka johtui mittauskytkennästä. Systemaattisella virheellä tarkoitetaan virhettä, joka pysyy samana ja joka yleensä johtuu mittausmenetelmästä tai mittalaitteesta [12]. Mittauskytkentää tehdessä ei ollut huomioitu käytettävän tehomittarin sisäisen shunttivastuksen vaikutusta mittauksituloksiin, jonka vuoksi jokaiseen kuormittamattoman tilan mittaukseen oli tullut noin 25 milliwatin ylimääräinen lukema. Mittavirheen suuruus oli kuitenkin niin pieni, ettei se vaikuttanut testituloksiin, sillä kaikki testattavat laitteet läpäisivät testit myös mittausvirheen kanssa. Tämä systemaattinen virhe olisi voitu välttää tekemällä mittauskytkentä kuvan 8 osoittamalla tavalla.



Kuva 8. Mittausmenetelmä, jossa on huomioitu tehomittarin sisäinen shunttivastus.

Oikean mittausmenetelmän kaaviot ja kuvat päivitettiin mittausohjeisiin.

Tehtyjen mittauksen mittausepävarmuuksien suuruudet olivat myös suuremmat mitä oletettiin ennen projektin alkua. Suurin osa mittausepävarmuuksien suuruuksista johtui käytettävien Yokogawa WT200 -tehomittareiden mittausalueista sekä osa johtui myös testattavien laitteiden huonosta tehokertoimesta. Insinööriytöä kirjoitettaessa uusien ja tarkempien mittalaitteiden hankinta on jo aloitettu.

6 Riskianalyysi

Osana lopputyötä tehtiin myös riskianalyysi mittauskytkennän teon ja mittauksen suorittamisen kannalta. Riskianalyysillä pyritään parantamaan työn suorittamisen turvallisuutta sekä ennaltaehkäisemään sen aikana mahdollisesti syntyviä vaaroja ja vaaratilanteita. Tavoitteena riskianalyysissä ja sen teossa on saada riskien todennäköisyydet mahdollisimman alhaiselle tasolle (ks. liite 5 s. 2). Riskianalyysitaulukko täytettiin testauksen aikana havaittujen mahdollisten riskien ja vaaratilanteiden arvion perusteella (ks. liite 5).

7 Yhteenveto

Lopputyön tavoitteena oli tehdä hyötysuhde- ja energiatehokkuusmittaukset yhdeksälle eri ulkoiselle teholähteelle ja mittauksista saadun mittausdatan pohjalta arvioida kuinka hyvin valmistajat ovat ottaneet EU:n komission asetuksen 278/2009 vaatimukset huomioon. Mittauksen suorittaminen meni hyvin ja kaikki mittaukset saatiin tehtyä annetussa aikataulussa. Mittaustulosten perusteella voidaan todeta, että tällä hetkellä valmistajat

ovat ottaneet ekologisuuteen ja virransäästöön liittyvän asetuksen 278/2009 hyvin huomioon suunnitellessaan ja valmistaessaan tuotteitansa, sillä kaikki testauksessa mukana olleet laitteet läpäisivät testauksen ja näin ollen olivat EU:n komission asetuksen 278/2009 vaatimustenmukaisia. Tulevaisuudessa mittausten suorittamisen kannalta hyvänä puolena voidaan pitää sitä, että mittausten tekoon ja sen tulosten arviointiin kuluva aikaa saatiin tehostettua tehdyn mittausohjeen ja päivitetyn mittaustulosten tulkintaan ja mittausepävarmuuksien laskemiseen käytettävän Excel-taulukon avulla. Myös mittauskytkennän teossa tapahtunut virhe saatiin korjattua ja päivitettyä mittausohjeisiin.

Lähteet

1. Ekosuunnittelu. 2013. Verkkoaineisto. Tukes. <<http://www.tukes.fi/fi/Toimialat/Sahko-ja-hissit/Sahkolaitteet1/Sahkolaitteiden-vaatimukset/EcoDesign---Tuotteiden-ekologinen-suunnittelu-ja-energiamerkinnaat/>>. Luettu 9.11.2017.
2. Ekosuunnittelu. 2017. Verkkoaineisto. Energiavirasto. <<https://ekosuunnittelu.info/>>. Luettu 9.11.2017.
3. Asetus 278/2009. 2009. EU:n komissio.
4. External power supplies. 2017. Verkkoaineisto. EU:n komissio. <<https://ec.europa.eu/energy/en/topics/energy-efficiency/energy-efficient-products/external-power-supplies>>. Luettu 10.11.2017.
5. Sisäinen koulutusmateriaali. 2018. SGS Fimko.
6. Standardi EN 50563:2011. 2011.
7. Standardi EN 50564:2011. 2011.
8. Chroma 61612 käyttömanuaali. 2016.
9. Yokogawa WT200 käyttömanuaali. 2009.
10. Fluke Norma 5000 käyttömanuaali. 2007.
11. Aim TTI LD300 käyttömanuaali. 2015.
12. Mittausvirhe. 2017. Verkkoaineisto. Wikipedia. <<https://fi.wikipedia.org/wiki/Mittausvirhe>>. Luettu 20.3.2018.

Annex A, testiraporttipohja

EN 50563:2011

– 14 –

ANNEX A
(informative)

Test report template



External power supply (EPS) under test							
Brand name, as marked on EPS							
Organisation taking responsibility for the EPS		Name		Address			
Model identification							
Version or serial number							
Description					For use with product (where applicable)		
Rated input	Voltage (V)			Current (A)		Frequency (Hz)	
Rated output	Voltage (V)		a.c. or d.c.?	Current (A)		Power (W)	
Test laboratory details							
Name of laboratory							
Address							
Test report number					Test date		
Prepared by					Approved by		
Test conditions							
Ambient temperature (°C)							
Information describing the test set-up used at each load condition							
Test equipment	Manufacturer of test instrument	Model designation	Serial number	Calibration due date			
Voltage source							
Instrument used for measuring input power							
Instrument(s) used for measuring output power							
Test configuration							
Nominal test supply voltage (V)							
Nominal total harmonic distortion of supply voltage waveform (%)							
Test frequency (Hz)							
Did the EPS have a built-in ON/OFF switch on the input?							
Was the output voltage selectable?					Setting used when performing tests		
Output cable length (to the nearest cm)							
Measurement method from EN 50564:2011, 5.3.2 or 5.3.3 used							

Results						
	Load condition					
Percentage of rated output current	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %	Average
Output current (A, r.m.s.)						
Output voltage (V, r.m.s.)						
Active output power (W)						
Input voltage (V r.m.s.)						
Input power (W)						
Input current total harmonic distortion (%ITHD)						
True power factor						
Power consumed (W)						
Active mode efficiency						
Average efficiency of active modes						
Calculated measurement uncertainty						

Conclusion			
No-Load condition power consumption (W)			
No-Load limit applied (W)		Regulatory reference	
No-Load verdict (PASS/FAIL)			
Calculated average efficiency of active modes (%)			
Average efficiency of active modes limit applied (%)		Regulatory reference	
Average efficiency of active modes verdict (PASS/FAIL)			

[illegible]

Malliraporttipohja

<p align="center">TEST REPORT</p> <p align="center">EC Regulation No. 278/2009</p> <p align="center">Directive 2005/32/EC considering Ecodesign requirements for external Power Supplies</p>	
Report reference No	290696-1
Tukes ref No.....	[REDACTED]
Identifying ref No.	64918-1
Tested by (printed name, title and signature)	Mikko Vasama Testing Engineer 
Approved by (printed name, title and signature)	Jari Karlsson Team Leader 
Date of issue	4.12.2017
Testing Laboratory Name	SGS Fimko Ltd
Address	Särkiniementie 3 (P.O.Box 30), FI-00210 Helsinki, Finland
Testing location	SGS Fimko Ltd
Address	Särkiniementie 3 (P.O.Box 30), FI-00210 Helsinki, Finland
Applicant's Name	Finnish Safety and Chemicals Agency (Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (TUKES))
Address	Yliopistonkatu 38 33100 Tampere, Finland
Manufacturer's Name	[REDACTED]
Address	[REDACTED]
Standard	EC no 278:2009; 50563:2011
Test item description	AC/DC adapter with selectable output voltage and USB output
Trademark	[REDACTED]
Model and/or type reference	[REDACTED]
Rating(s)	Input : 100 – 240 VAC ; 50/60 Hz ; 1,7 A Output : 12/14/15/16 VDC ; 8,5 A 18 VDC ; 7,7 A 18,5/19 VDC ; 7,25 A 19,5/20 VDC ; 7 A 22 VDC ; 6,5 A 24 VDC ; 6 A 5 VDC ; 500 mA (USB)
Serial number	-
EAN-code	On the package, [REDACTED]
WEEE-trash can.....	On the equipment / package / manual
Certifications marks	-
Declaration of Conformity (DoC).....	-
CE-marking	On the equipment / package / manual
Manufacturing date	-
Other markings.....	[REDACTED]



Test case verdicts

Test case does not apply to the test object : N/A
 Test item does meet the requirement: Pass (P)
 Test item does not meet the requirement: Fail (F)
 Date(s) of performance of test: 1.12.2017

General remarks:

The test results presented in this report relate only to the object tested.
 This report shall not be reproduced, except in full, without the written approval of the Issuing testing laboratory.
 "(see Enclosure #)" refers to additional information appended to the report.
 "(see appended table)" refers to a table appended to the report.

Throughout this report a ☒ comma / ☐ point is used as the decimal separator.

This document is issued by the company under its General Conditions of Service accessible at http://www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitation of liability, indemnification and jurisdiction issues defined therein.

Any holder of this document is advised that information contained hereon reflects the Company's findings at the time of its intervention only and within the limits of Client's instructions, if any. The Company's sole responsibility is to its Client and this document does not exonerate parties to a transaction from exercising all their rights and obligations under the transaction documents. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

Unless otherwise stated: (a) the results shown in this document refer only to the sample(s) tested and (b) such sample(s) are retained for 3 months. This document cannot be reproduced except in full, without prior approval of the company.

This test report has been modified by SGS Fimko Ltd. 2011-11-15

This test report includes the following documents :

Test report, pages	6	Photos, pages	7	User manual, pages	-
Circuit diagrams, pages	-	Other documents, pages	4		

**Copy of marking plate and other markings**

Kuva poistettu

Summary of testing:

The sample tested complies with the requirements of COMMISSION REGULATION (EC) No 278/2009.

Difference between the limit and calculated average efficiency on max output voltage 24 VDC was 2 %.
Difference between the limit and calculated average efficiency on lowest output voltage 12 VDC was 0 %.

When determining the test conclusion, the Measurement Uncertainty of test has been considered.

Measurements of power of 0,50 W or greater was made with an uncertainty of less than or equal to 2 % at the 95 % confidence level.

Measurements of power of less than 0,50 W was made with an uncertainty of less than or equal to 0,01 W at the 95 % confidence level. For EN 50564/2011 limit were 0,0408 W on max voltage and 0,0399 W on lowest voltage.

Uncertainty on max and lowest voltage in no-load condition was higher than the limit. Also in lowest voltage uncertainty for 25 % load was higher than the limit. See Test Report 290696-1 Uncertainty calculations.

These tests fulfil the requirements of standard ISO/IEC 17025.



TEST DESCRIPTION

Preparing for test:

- a. The built-in switch was in the "on" position. (If applicable)
- b. The metering equipments were connected to the output and the efficiency was measured from the cord immediately adjacent to the output connector.

Test method:

According to standard EN 50563:2011 and EU Regulation EC 278/2009

Load condition:

A set of variable loads was used to load the power supply to provide all active mode load conditions of (25, 50, 75 and 100)% $\pm 2\%$

Test Conditions for Measurement:

1. The EUT was operated at 100% of nameplate current output for at least 30 minutes, at rated voltage and frequency.
2. After the warm up period, the input power was monitor for a period of 5 minutes. Under the stable power level condition was established as per standard, the measurement was recorded at the end of the 5 minutes period.
3. If input power is not stable over a 5 minutes period, the average power over the time for both input and output were measured.
4. Efficiency measurement was conducted in sequence form load condition 1 to load condition 4 as per standard.
5. Efficiency was calculated by dividing the measured active output power at the given load condition by the input power measured at that load condition. The average efficiency of active modes was calculated by summing the active mod efficiencies and dividing by 4.

Test conditions			
Ambient temperature (°C)	22,7		
Information describing the test set-up used at each load condition	Active load used.		
Test equipment	Model/type	Inv. no	Calibration date
Voltage source	Chroma 61612	10035	(ICO)
Instrument used for measuring input power	Yokogawa WT200	5315	28.06.2017
	Fluke Norma 5000	8939	30.11.2016
Instrument(s) used for measuring output power	Yokogawa WT200	5313	29.03.2017
Test configuration			
Nominal test supply voltage (V)	Test frequency (Hz)	THD of supply voltage waveform (%)	
230	50	0,8	
Did the EUT have a built-in ON/OFF switch on the input? (Yes/No)		No	
Was the output voltage selectable? (Yes/No)		Yes	

Setting used when performing tests		
Rated output current (A) and/or power (Po)	1. Max. Output voltage (V)	2. *Min. Output voltage (V)
1. 6,0 A / 144 W 2. 8,5 A / 102 W	24 VDC	12 VDC
* Low voltage external power supply: Nominal output voltage less than 8 V and nominal output current greater or equal than 550mA.		
Output cable length (to the nearest cm)	154	
Measurement method from IEC 62301, 5.3.1 or 5.3.2 used	5.3.1	

1. Results					
Mode	5	4	3	2	1
Rated output current	0%	25%	50%	75%	100%
Output current (A, r.m.s.)	-	1,498	3	4,496	6
Output voltage (V, r.m.s.)	24,28	24,18	24,06	23,94	23,81
Output power (W)	-	36,2	72,3	107,6	142,9
Input voltage (V r.m.s.)	230	299,9	229,9	229,7	229,7
*Input power (W)	0,5	41,3	82	120	158,9
Input current (%I _{THD})	9,45	14,65	11,27	3,99	2,35
True power factor	0,035	0,651	0,913	0,97	0,984
¹⁾ Power consumed (W)	0,5	5,1	9,7	12,4	16
²⁾ Active mode efficiency (η)	-	0,8765	0,8817	0,8967	0,8993

1. Conclusion			
* No-Load condition power consumption (W) Category (0,30W/0,50W): 0,50W		Not exceeding 0,10W	P
3) Calculated average efficiency (η_{AVG}) of active modes 1-4.	0,8886	Not less than 5%	P
4) Average efficiency of active modes limit applied	0,87		
Additional information: Difference 2 % See Test Report 290696-1 Uncertainty calculations			

2. Results					
Mode	5	4	3	2	1
Rated output current	0%	25%	50%	75%	100%
Output current (A, r.m.s.)	-	2,13	4,253	6,376	8,5
Output voltage (V, r.m.s.)	12,39	12,23	12,07	11,9	11,65
Output power (W)	-	26,05	51,33	75,85	99
Input voltage (V r.m.s.)	230,1	230	229,9	229,9	229,9
* Input power (W)	0,3	29,7	59,8	87,6	116,3
Input current (%ITHD)	5,12	186,4	14,58	7,69	4,14
True power factor	0,02	0,43	0,887	0,939	0,968
¹⁾ Power consumed (W)	0,3	3,65	8,47	11,75	17,3
²⁾ Active mode efficiency (η)	-	0,8771	0,8584	0,8659	0,8512

2. Conclusion			
* No-Load condition power consumption (W) Category (0,30W/0,50W): 0,50W		Not exceeding 0,10W	P
3) Calculated average efficiency (η_{AVG}) of active modes 1-4.	0,8632	Not less than 5%	P
4) Average efficiency of active modes limit applied	0,87		
Additional information: Difference 0 %			
See Test Report 290696-1 Uncertainty calculations			

Equations:

$$1) P_{OUT} - P_{IN}$$

$$2) P_{OUT} / P_{IN}$$

$$3) \eta_{AVG} = (\eta_1 + \eta_2 + \eta_3 + \eta_4) / 4$$

4) The average active efficiency (η_{AVG}) shall be not less than the following limits:

Po = nominal output power	AC/AC and AC/DC external power supplies, except low voltage external supplies.	*Low voltage external supplies.	Limit for the standby power
Po ≤ 1,0W	0,480 x Po + 0,140	0,497 x Po + 0,067	Max. 0,3W (+0,10W)
1,0W < Po ≤ 51,0W	0,063 x ln(Po) + 0,622	0,075 x ln(Po) + 0,561	
Po > 51,0W	0,87	0,86	Max. 0,5W (+0,10W)

*Low voltage external power supply: Nominal output voltage less than 6 V and nominal output current greater or equal than 550mA.

Mittausepävarmuuslaskelma Excel

External ac/dc and ac/ac power supplies - Determination of no-load power and average efficiency of active modes according to EN50633

Applicable for EC Regulation No
278/2009.

Nominal output power/W:	73,9
-------------------------	------

Results					
Mode	5	4	3	2	1
Rated output current	0 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Output current (A, r.m.s.)	-	1,158	2,31	3,46	4,6
Output voltage (V, r.m.s.)	16,23	16,1	15,91	15,75	15,59
Output power (W)	-	18,63	36,71	54,45	71,83
Input voltage (V r.m.s.)	230	229,9	230,1	229,9	229,9
* Input power (W)	0,19	20,5	40,9	61,6	81,2
Input current (%ITHD)	5,9	34,9	40,8	50,9	51,2
True power factor	0,015	0,462	0,699	0,87	0,87
¹⁾ Power consumed (W)	0,19	1,87	4,19	7,15	9,37
²⁾ Active mode efficiency	-	0,9088	0,8976	0,8839	0,8846

Peak to peak current	1	1,63	1,68	1,25	1,63
r.m.s. current	0,049	0,187	0,255	0,308	0,406
Crest factor calculated	10,204082	4,35828 9	3,294118	2,029221	2,0073892
Crest factor measured	10,3	4,4	3,4	2	2,1
Maximum Current Ratio	680,27211	9,43352 5	4,71261 5	2,332438	2,3073439

No load calc. Limit/W	0,41
Verdict	P

Av. Eff. >51W	yes	(=> Av. Eff. Req) =	0,87	Category	0,50
Av. Eff. ≤51W	no	(=> Av. Eff. Req) =	0,893071	Category	0,30

* Change formula if low voltage external power supply*
See equations

Av. Eff. Calc.	0,8937
Av. Eff. Verdict	P

Conclusion		
* No-Load condition power consumption (W)		P
Category (0,30W/0,50W):	0,50	
³⁾ Calculated average efficiency of active modes (P _o)	0,893 7	P
⁴⁾ Average efficiency of active modes limit applied	0,87	

Difference between the limit and calculated average efficiency

2 %

Limit for market surveillance: 5 %

P

Limit in EN50563: 2 %

P

Maximum Current Ratio (MCR) = Crest Factor (CF) /
Power Factor (PF)

Crest Factor = peak current / r.m.s.
current

MCR ≤ 10 => uncertainty is 2 % (when
power values are ≥ 1,0 W

MCR > 10 => U_{pc} = 0,02 x [1 +
(0,08 x {MCR - 10})]

Calc. If
MCR > 10 **Uncertainty**

0 %	109,24 %	0,2076	W
25 %	1,91 %	2,00	%
50 %	1,15 %	2,00	%
75 %	0,77 %	2,00	%
100 %	0,77 %	2,00	%

For measured power values of less than 1,0 W, the permitted absolute uncertainty shall be the greater of U_{ma} (0,02 W) or U_{pc} when expressed as an absolute uncertainty in W (U_{pc} × measured value) at the 95 % confidence level.

0,207563

No-Load power consumption uncertainty:

PF:	0,0150	(insert value) =>
Input power/W:	0,1900	(insert value)
Input voltage range/V:	300,0000	(insert value)
Input current range/A:	0,0500	(insert value)
Input power range/W	15,0000	(Calc. Result)
a. Effect of PF/W	1,2498594	(Calc. Result)
b. Reading uncertainty/W:	0,00769	(Calc. Result)
Uncertainty/W	1,2499	(Calc. Result: $\text{SQRT}\{a^2+b^2\}$)
Uncertainty/%	657,8332	(Calc. Result)

Uncertainty for average efficiency :

Input AC		
PF:	0,870	(insert value) =>
Input power/W:	81,200	(insert values of 25%, 50%, 75% and 100%)
Input voltage range/V:	300,00	(insert value)
Input current range/A:	0,5	(insert value. Min. 110% of input current)
Input power range/W	150,000	(Calc. Result)
c. Effect of PF/W	0,1062611	(Calc. Result)
d. Reading uncertainty/W:	0,1562	(Calc. Result)
e. Input power uncertainty/W	0,1889	(Calc. Result: $\text{SQRT}\{c^2+d^2\}$, no correlation)
	0,2327 %	(Calc. Result)
Uncertainty for Eff. x% load	0,3849 %	(Calc. Result: $\text{SQRT}\{e^2+g^2\}$, no correlation)
Uncertainty for Eff. x% load with k=2 (95%)	0,7698 %	(Calc. Result)
Uncertainty for Eff. 25% load	0,4760 %	(insert value)
Uncertainty for Eff. 50% load	0,3736 %	(insert value)
Uncertainty for Eff. 75% load	0,4540 %	(insert value)
Uncertainty for Eff. 100% load	0,3849 %	(insert value)

Uncertainty for Av. Eff. : **0,48 %** (Calc. Result: Worst case scenario)

Uncertainty/W with k=2 (95%)	2,499766 (Calc. Result)	F Limit from EN 50564/2011 (0,2076 W)
Uncertainty/% with k=2 (95%)	1315,666 (Calc. Result)	F Limit from EC 278/2009 (0,01 W)

Output DC

Output power/W:	71,830	(insert values of 25%, 50%, 75% and 100%)
Output voltage range/V:	15,00	(insert value)
Output current range/A:	5,00	(insert value. Min. 110% of output current)
Output power range/W	75,000	(Calc. Result)
f. Reading uncertainty/W:	0,220245	(Calc. Result)
g. Output power uncertainty	0,3066 %	(Calc. Result)

Uncertainty/% for Av. Eff. 25% Load With k=2 (95%)	0,9520 %	(Calc. Result)
Uncertainty/% for Av. Eff. 50% Load With k=2 (95%)	0,7472 %	(Calc. Result)
Uncertainty/% for Av. Eff. 75% Load With k=2 (95%)	0,9080 %	(Calc. Result)
Uncertainty/% for Av. Eff. 100% Load With k=2 (95%)	0,7698 %	(Calc. Result)

Limit from EN 50564/2011 (calculated)

P
P
P
P

Limit from EC 278/2009 (2 %)

P
P
P
P

RISKIEN ARVIOINTI - FINLAND

RISKEIEN ARVIOINTI - FINLAND

KOHDE:

Ulkoisten teholähteiden kuormittamattoman tilan sähkönkulutuksen ja aktiviteittien keskimääräisen hyötysuhteen mittaus (EC 278/2009)

BUSINESS LIME:

CRS E&E / Elektronikka

VAARA		ALKUPERÄINEN RISKI		OLEMASSA OLEVAT KEINOT		NYKYINEN RISKI		JATKOTOIMENPITEET JA AIKA TAUULUT		JÄÄNNÖSRISKI	
Vaaran kuvaus ja vaikutus	Kuinka on vaarassa	Seuraus- set	Toden- mäköisyys	Riskitaso	Kuussa nykyiset riskienhallintat keinot	Seuraus- set	Toden- mäköisyys	Riskitaso	Yksityiskohtaiset mennehtyt riskin pienentämiseksi	Seuraus- set	Toden- mäköisyys
Kuussa kaikki tunnistetut vaarat ja jos mähä vaikutukset kulunhiki tehtävään. Ota huomioon vaikutukset ihmisille, ympäristölle, omaisuudelle ja maineelle.	Kuilla on vaarassa, huonoa myös muut tehnot joihin voi vaikuttaa	Arvioi seurauks tod näk. ilman toimenpiteitä (1 - 5)	Tunnista tod näk. ilman toimenpiteitä (1 - 5)	Luokittele riski (H-M-L)	Kuussa kaikki käytettävissä olevat toimenpiteet per vaara, eli jos ppe käytetään on se tarkkaan kuvattava. Toimenpiteiden tulee olla relevanttija ko. vaaraan nähden	Arvioi seurauks et ilman toimenpiteitä (1 - 5)	Tunnista tod näk. nykyisillä toimenpiteillä (1 - 5)	Luokittele riski nykyisillä toimenpiteillä (H-M-L)	TÄRKEÄÄ: Jos lisätoimenpiteitä on tunnistettu, tulee niiden olla realistisia ja toteuttamiskelpoisia. Jatkototoimenpiteet tulee kirjata JaPaan, kyseiselle vastuuhenkilölle.	Arvioi seurauks et lisätoime npiteiden jälkeen (1 - 5)	Tunnista tod näk. lisätoime npiteiden jälkeen (H-M-L)
Sähköiskun vaara, mikäli syöttävä laite ei ole jännitteeton sekä huonosti kinnitetyt kaapelit	Testaaja	3	2	L	Yksiset työskentely ohjeet määrätvät, että laite tulee tehdä jännitteettömäksi kytkentöjät tehdessä. Jännitteettömyys tulee tarkistaa mittalaalla. Huom. Chroman käyttöohje	3	1	L			
Sähköiskun vaara, mikäli mittauskytkentä on tehty väärin	Testaaja	3	2	L	Yhteen huolellisuus ja mittauskytkennän tarkistaminen ennen syötön kytkemistä	3	1	L			
Ruuvireiässä jipääminen kädessä, haavat	Testaaja	2	2	L	Oikeiden työvälineiden käyttö, opastus	2	1	L			
Sähköiskun vaara, mikäli johdinta irrotettaessa synnyty esm. oksosuku	Testaaja	2	2	L	Mittaukseen käytettävät kaapelit tulee olla kosteussuojattu	2	1	L			
Työtökalun jipääminen kädessä, haavat	Testaaja	2	2	L	Oikeiden työvälineiden käyttö, opastus	2	1	L			
Istään ison kuoman kytkentä, jätteen rakottuminen, tulipalon vaara	Testattava laite, testaaja	2	2	L	Yhteen huolellisuus ja tarvittavan huomian suuruuden tarkistaminen	2	1	L			
ARVIOIJAA/ARVIOIJATYHMIÄ:											
JKA, JPI, MKV											
ALLEKIRJOITUS											
ARVIOINTI PVM:											
19.3.2018											
ALLEKIRJOITUS											
REVIEW DATE:											

PF-AU-GEN-SF-000

Uncontrolled document when printed

[illegible]